



## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets <sup>6</sup> : <b>G02B 6/28, H01S 3/25</b>	<b>A1</b>	(11) Numéro de publication internationale: <b>WO 99/14623</b>
		(43) Date de publication internationale: 25 mars 1999 (25.03.99)

(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR98/01954

(22) Date de dépôt international: 11 septembre 1998 (11.09.98)

(30) Données relatives à la priorité:  
97/11391 12 septembre 1997 (12.09.97) FR(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): FRANCE  
TELECOM [FR/FR]; 6, place d'Alleray, F-75015 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (US seulement): DEVAUX, Fabrice  
[FR/FR]; 17, rue Louis Rolland, F-92120 Montrouge (FR).  
VERGNOL, Eric [FR/FR]; 60, rue des Pivoines, F-92160  
Antony (FR).(74) Mandataire: SOCIÉTÉ DE PROTECTION DES INVEN-  
TIONS; 25, rue de Ponthieu, F-75008 Paris (FR).(81) Etats désignés: US, brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE,  
DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Publiée

Avec rapport de recherche internationale.

(54) Title: LARGE SURFACE AMPLIFIER WITH MULTIMODE INTERFEROMETER

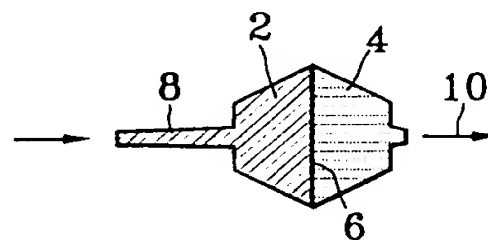
(54) Titre: AMPLIFICATEUR A LARGE SURFACE AVEC RECOMBINEUR A INTERFERENCES MULTIMODES

## (57) Abstract

The invention concerns a multimode interferometer comprising: a first amplifier part (2); a second transparent part (4) for guiding a radiation previously amplified in the first part.

## (57) Abrégé

Coupleur à interférences multimodes comportant: une première partie (2) amplificatrice; une seconde partie (4) transparente, pour guider un rayonnement préalablement amplifié dans la première partie.



### UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	Republique de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité et Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Bésil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Belarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	Republique centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Republique populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	Republique de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakhstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	Republique tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

**AMPLIFICATEUR A LARGE SURFACE AVEC RECOMBINEUR A  
INTERFERENCES MULTIMODES**

**DESCRIPTION**

**DOMAINE TECHNIQUE ET ART ANTERIEUR**

5                   La présente invention concerne un coupleur à interférences multimodes (ou coupleur interférométrique multimode : coupleur MMI), pouvant par exemple être utilisé dans un amplificateur semi-conducteur pour les télécommunications.

10                   Le coupleur selon l'invention peut trouver application dans la réalisation de composants optiques sur semi-conducteur InP ou AsGa (laser, laser-modulateur, ...).

15                   Un exemple d'application est la réalisation d'un amplificateur délivrant une puissance optique plus importante qu'un amplificateur semi-conducteur standard.

20                   Un autre exemple d'application concerne tous les systèmes de transmission où un amplificateur très linéaire est nécessaire.

25                   Les coupleurs multimodes, ainsi que leur application à l'optique intégrée, sont déjà connus dans l'art antérieur : des exemples de coupleurs et leurs applications sont donnés dans les articles de L.B. SOLDANO, Journal of Lightwave Technology, vol.13, n°4, page 615, 1995 et dans l'article de P.A. BESSE, Journal of Lightwave Technology, vol.14, n°10, page 2290, 1996.

Dans le domaine des amplificateurs semi-conducteurs, on connaît des amplificateurs semi-conducteurs standards, et des amplificateurs semi-conducteurs à surface élargie.

5 Le composant type d'un amplificateur semi-conducteur standard est un guide d'onde monomode sur semi-conducteur, dont le coeur contient un matériau de type laser. Quand un courant est injecté, le matériau présente un gain et l'onde lumineuse est amplifiée.

10 Les figures 1A et 1B représentent l'évolution, respectivement de la puissance totale et de la puissance maximale dans une même section d'un tel amplificateur semi-conducteur standard. Dans l'exemple donné, on injecte une puissance lumineuse de -25 dBm et  
15 la puissance totale en sortie est de 0 dBm. La puissance maximum suit la même progression.

Les amplificateurs à surface élargie permettent d'augmenter la puissance de sortie du dispositif en faisant en sorte que la densité maximum  
20 de puissance n'atteigne pas le niveau de puissance de saturation. Cette dernière est uniquement fixée par le matériau et le courant. Pour cela, le guide d'onde est progressivement élargi. Bien que le guide d'onde devienne multimode, l'onde lumineuse reste couplée dans  
25 le mode principal et s'élargit progressivement.

Il en résulte que le gain reste le même (25 dB) mais que la puissance de saturation augmente d'environ 7 dB. Les figures 2A et 2B représentent  
30 l'évolution, respectivement de la puissance totale et de la puissance maximale dans une même section d'un amplificateur semi-conducteur à surface élargie.

Ce type de dispositif présente deux désavantages :

(i) il est difficile de coupler la lumière de sortie dans un guide d'onde monomode ou dans une fibre optique,

(ii) la structure est potentiellement instable vis-à-vis d'une modification locale de puissance induisant une modification d'indice, qui induit un couplage de l'onde dans un mode supérieur, et de nouveau une modification locale de puissance, etc.

Enfin, on connaît, par la communication de K. HAMAMOTO parue dans EICO'97, 2-4 Avril 1997, Stockholm, un MMI où tout le matériau actif du coupleur est un amplificateur.

#### EXPOSÉ DE L'INVENTION

Par rapport à ces dispositifs connus, le coupleur à interférence multimode selon l'invention présente deux parties, une partie amplificatrice et une partie en un matériau transparent, permettant de guider le rayonnement amplifié dans la première partie.

La structure selon l'invention permet de réaliser un amplificateur possédant environ le même gain et la même puissance de saturation qu'un amplificateur à surface élargie. Il permet également un couplage de toute la lumière amplifiée dans un guide monomode, avec un minimum de pertes. Enfin, le coupleur à interférence multimode selon l'invention ne présente pas l'instabilité caractéristique d'un amplificateur à surface élargie car, de par sa nature multimode, l'invention est peu sensible à une fluctuation d'indice.

Par rapport au dispositif décrit dans l'article de K. Hamamoto cité ci-dessus, une partie

seulement du coupleur multimode est utilisée en amplificateur. En effet dans la première partie du MMI selon l'invention, la puissance optique est déconcentrée et il est donc avantageux d'y amplifier le rayonnement. Dans la deuxième partie du MMI selon l'invention, la puissance optique est concentrée, par exemple sur un guide de sortie, et il est important de ne pas l'amplifier, pour ne pas saturer l'amplificateur. Le dispositif de Hamamoto ne tire donc pas profit d'une amplification sélective dans les zones où la puissance optique est faible, au contraire du dispositif objet de la présente invention.

De plus, le dispositif décrit par Hamamoto ne fait pas usage d'une partie en matériau transparent, mais est uniquement un dispositif d'amplification.

Un guide monomode peut être placé en sortie du coupleur selon l'invention.

Par ailleurs, le matériau amplificateur peut être une structure enterrée dans un substrat InP.

Le matériau amplificateur peut être un matériau laser, par exemple un alliage quaternaire InGaAsP. Ce matériau peut aussi être à puits quantiques.

L'invention concerne également un amplificateur optique comportant un préamplificateur optique et un coupleur selon l'invention, tel que décrit ci-dessus.

L'invention a également pour objet divers procédés :

- pour amplifier la puissance d'une source de lumière,
- ou pour compenser les pertes d'une fibre optique
- ou pour amplifier des signaux multiplexés en longueur d'onde,

ces divers procédés mettant en oeuvre un coupleur ou un amplificateur optique selon l'invention.

#### BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

De toute façon, les caractéristiques et avantages de l'invention apparaissent mieux à la lumière de la description qui va suivre. Cette description porte sur les exemples de réalisation, donnés à titre explicatif et non limitatif, en se référant à des dessins annexés sur lesquels :

- 10       • les figures 1A et 1B représentent l'évolution de la puissance totale et de la puissance maximale dans une même section d'un amplificateur semi-conducteur standard,
- 15       • les figures 2A et 2B représentent l'évolution de la puissance totale et de la puissance maximale dans une même section d'un amplificateur semi-conducteur à surface élargie,
- 20       • la figure 3 représente la structure d'un coupleur selon l'invention,
- 25       • les figures 4A et 4B représentent l'évolution, respectivement de la puissance totale et de la puissance maximale dans une même section d'un coupleur selon l'invention,
- la figure 5 représente schématiquement un coupleur selon l'invention, de type 1x1,
- les figures 6A à 6D représentent diverses formes de frontière entre les deux parties d'un coupleur selon l'invention,

- la figure 7 est un exemple d'utilisation d'un coupleur selon l'invention, dans un dispositif intégré.

#### EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION DE L'INVENTION

5                   La figure 3 représente schématiquement la structure d'un coupleur selon l'invention. Une première partie 2 est constituée d'un matériau amplificateur, et est suivi d'une partie 4 en matériau transparent passif. En fait, la première partie constitue une zone  
10                   amplificatrice (elle est typiquement constituée d'un matériau laser) et la deuxième partie est une zone de guidage multimode, constitué d'un matériau guide ou d'un matériau laser polarisé à la transparence.

                  La zone amplificatrice et la zone de  
15                   guidage sont disposées de manière essentiellement perpendiculaire ou quasi-perpendiculaire, à la direction de propagation de la lumière incidente 8 et de la lumière 10 sortant du coupleur, de manière à ne pas perturber les propriétés de ce dernier.

20                   Le dispositif qui vient d'être décrit se distingue d'autres dispositifs en onde guidée, tels que des « tapers » ou des lentilles, du fait qu'il est constitué d'une structure en ondes guidées multimode. L'onde lumineuse incidente est, effectivement, couplée  
25                   sur la plupart des modes du coupleur.

                  De préférence, la forme du coupleur est choisie de manière à ce que le champ lumineux en entrée soit reproduit en sortie, en un ou plusieurs endroits, avec une atténuation, et un déphasage variable. Les  
30                   conditions permettant d'obtenir ce résultat sont



données dans l'article de L.B. SOLDANO, déjà cité ci-dessus dans l'introduction de la présente demande.

Les figures 4A et 4B représentent respectivement la puissance totale et la puissance maximale dans une section d'un coupleur selon l'invention, au cours de la propagation. Sur ces deux figures, le trait vertical indique la fin de la structure amplificatrice, ou la zone de frontière 6, entre la structure amplificatrice et le matériau guide. D'après ces figures, on voit que le gain reste de 25 dB mais que la puissance maximale est de -10 dBm, au lieu de 0 dBm pour une structure standard. La puissance de saturation est donc plus élevée de 10 dB. De plus, la lumière peut bien être recouplée dans un guide d'onde monomode. Le coupleur selon l'invention ne présente pas l'instabilité caractéristique de l'amplificateur à surface élargie car, de part sa nature multimode, le coupleur selon l'invention est peu sensible à une fluctuation d'indice.

La figure 5 représente un exemple de coupleur 1x1, c'est-à-dire avec un guide d'entrée 12 et un guide de sortie 14. Conformément à l'invention, une partie 2 du coupleur est utilisée en amplificateur. L'interface entre le milieu amplificateur et la zone guidée 4 peut être verticale ; mais elle peut être aussi légèrement inclinée (avec, par exemple, un angle de 2 à 8°) par rapport à cette verticale, et ceci afin d'éviter les problèmes de réflexion. Les deux premiers coins 16, 18 de coupleur ne sont pas nécessairement en matériau amplificateur car la lumière ne parvient pas dans ces régions.

D'autres exemples de structures de coupleurs selon l'invention, et en particulier

d'interface entre les zones d'amplification et de guidage, sont données sur les figures 6A à 6D. Sur la figure 6A, la zone d'interface 6 est légèrement courbée. Sur la figure 6B, elle est en forme de « V ». Sur la figure 6C, elle est en « zigzag ». Enfin, la figure 6D est un exemple de coupleur avec une interface inclinée par rapport au trajet des faisceaux incidents et émis, ou par rapport à la verticale (avec un angle, par exemple, d'environ 2 à 10° avec la verticale).

10

Le matériau amplificateur d'un coupleur selon l'invention peut être par exemple constitué d'une structure enterrée dans InP, d'un laser en quaternaire InGaAsP, ou de puits quantiques, avec le système d'électrodes et de dopage typique d'un amplificateur, comme décrit dans l'article de L.B. SOLDANO et al déjà cité ci-dessus. La zone transparente peut être constituée du même matériau polarisée à un courant différent, ou d'un matériau InGaAsP, ou de puits quantiques d'énergie de bandes interdites supérieures.

20

Les techniques de fabrication d'un coupleur selon l'invention mettent en oeuvre les techniques connues de l'art antérieur. Ces techniques sont par exemple décrites dans l'ouvrage de Y. SUEMATSU et al, intitulé « Handbook of semiconductor lasers and photonic integrated circuits », chapitre 13, pages 428-458 Chapman et Hall, 1994. Une structure selon l'invention est donc réalisée selon les méthodes standards de fabrication de guides d'onde : ruban enterré, ruban en arête, ruban chargé, ... La technologie des amplificateurs est, elle, standard (structure pin enterrée ou en arête). Les techniques d'intégration utilisées peuvent être le « butt-

30

coupling », l'épitaxie sélective, ou le couplage évanescent.

La figure 7 est un exemple d'utilisation de l'invention dans un dispositif intégré, par exemple sur semi-conducteur InP. Dans ce dispositif, le premier des coupleurs (par exemple : à 3 dB) d'un dispositif, type Mach-Zehnder, est remplacé par un coupleur selon l'invention.

Le dispositif décrit sur la figure 7 comporte successivement, de gauche à droite, un guide d'entrée 20, un amplificateur d'entrée 22 (réalisant une étape de pré-amplification), un coupleur 24 selon l'invention (ici : un coupleur en losange 1x2, à taux de répartition inégal, avec une moitié amplifiée), deux guides de sortie 26, deux amplificateurs standards 28, et un coupleur 30 2x2 standard.

Un autre exemple d'application de l'invention est la réalisation d'un amplificateur délivrant une puissance optique plus importante qu'un amplificateur semi-conducteur standard. Le dispositif selon l'invention peut alors être utilisé en tant que composant discret, ou bien il peut être intégré avec d'autres fonctionnalités sur un substrat semi-conducteur. Par exemple, le dispositif selon l'invention peut être placé à la sortie d'un laser-modulateur pour augmenter le niveau de puissance optique.

Dans cette application, la puissance incidente est déjà relativement élevée, par rapport à la fonction de pré-amplification pour laquelle la puissance incidente est faible. L'objectif de ce type

d'application est donc de pouvoir délivrer une puissance optique importante. Ce type de dispositif peut être utilisé dans les télécommunications optiques, par exemple après une source de lumière pour en  
5 augmenter le niveau de puissance. Il peut également être utilisé en ligne pour compenser les pertes d'une fibre optique. Dans les deux cas, l'avantage de l'invention par rapport à un amplificateur à fibre dopée à l'erbium (traditionnellement utilisé) est que  
10 l'amplificateur selon l'invention peut être intégré monolithiquement avec la source, pour former un composant compact.

Un autre exemple d'application concerne les  
15 systèmes de transmission où un amplificateur très linéaire est nécessaire. Par exemple, l'amplification de signaux multiplexés en longueur d'onde nécessite un amplificateur très linéaire pour éviter la diaphonie entre canaux. Or, les amplificateurs à semi-conducteurs  
20 sont rapidement non-linéaires : au-delà d'un certain niveau de puissance optique, leur gain diminue. Dans ce cas, la transmission du dispositif dépend du niveau de puissance incidente, ce qui est la définition de la non-linéarité. Or, cela peut poser divers problèmes de  
25 déformation des signaux optiques. Par exemple, si un signal incident est composé d'ondes lumineuses à plusieurs longueurs d'onde, son passage à travers un dispositif non-linéaire provoque une diaphonie entre les différents canaux. Un amplificateur plus linéaire  
30 permet de réduire l'ampleur de ce problème. Un exemple typique est celui une source intégrée monolithiquement, multilongueurs d'onde. Le dispositif selon l'invention.

peut servir d'amplificateur intégré pour augmenter le niveau de puissance de sortie.

Un autre exemple est un dispositif de filtrage en ligne intégré, où le signal est traité (par  
5 filtrage et modulation) avec des pertes optiques. Dans ce cas, rajouter un amplificateur selon l'invention permet d'augmenter le niveau de puissance sans distorsion.

Un autre exemple est l'utilisation de  
10 l'amplificateur pour générer le signal optique par retournement spectral du champ optique. Pour cela, on utilise les propriétés de mélange à quatre ondes des amplificateurs semi-conducteurs (voir par exemple l'article de T. Ducellier et al. intitulé "Study of  
15 optical phase conjugation in bulk travelling wave semiconductor optical amplifier", paru dans IEEE Photonics Technology Letters, vol. 8(4), p. 530 (1996)). Un amplificateur très linéaire conforme à la présente invention se comporte mieux, dans cette  
20 opération, qu'un amplificateur semi-conducteur classique et peut donc le remplacer avantageusement. L'efficacité du mélange à quatre ondes est en effet d'autant plus efficace que la puissance de sortie est élevée, ce que permet d'atteindre l'amplificateur selon  
25 l'invention.

Selon encore un autre exemple, les convertisseurs de longueur d'onde sont des dispositifs intégrés comportant divers éléments optiques, tels que guides d'onde, jonctions Y, coupleurs, amplificateurs  
30 semi-conducteurs. Pour les utiliser, il faut de très fortes puissances optiques, ce qui est peu pratique. L'invention peut donc être utilisée avantageusement comme amplificateur intégré, en utilisant les mêmes

matériaux que les amplificateurs déjà présents sur la puce (ceux-ci sont d'ailleurs utilisés dans ce dispositif pour leurs propriétés non-linéaires). De par la géométrie différente, la même couche amplificatrice sert d'amplificateur non-linéaire ou linéaire, ce qui facilite la réalisation.

## REVENDICATIONS

1. Coupleur à interférences, multimode, comportant :

- une première partie (2) amplificatrice,
- 5        - une seconde partie (4) transparente, pour guider un rayonnement préalablement amplifié dans la première partie.

2. Coupleur selon la revendication 1, les première et seconde parties étant séparées par une  
10 interface (6) incurvée.

3. Coupleur selon la revendication 1, les première et deuxième parties étant séparées par une interface (6) en « V ».

4. Coupleur selon la revendication 1; les  
15 première et deuxième parties étant séparées par une interface (6) en zigzag.

5. Coupleur selon la revendication 1, les première et deuxième parties étant séparées par une interface (6) inclinée sur le trajet de rayons entrant  
20 (8) et sortant (10).

6. Coupleur selon la revendication 1, les première et deuxième parties étant disposées de manière sensiblement perpendiculaire au trajet d'un faisceau incident (8) et d'une faisceau sortant (10).

25        7. Coupleur selon l'une des revendications précédentes, un guide monomode étant placée en sortie de la seconde partie.

8. Coupleur selon l'une des revendications précédentes, le matériau amplificateur étant une  
30 structure enterrée dans un substrat en InP.

9. Coupleur selon l'une des revendications 1 à 7, le matériau amplificateur étant un matériau laser.

14

10. Coupleur selon la revendication 9, le matériau laser étant en quaternaire InGaAsP.

11. Coupleur selon l'une des revendications 1 à 7, le matériau amplificateur étant à puits quantiques.

12. Amplificateur optique comportant :

- un préamplificateur optique,
- un coupleur selon l'une des revendications 1 à 11.

13. Procédé pour amplifier la puissance d'une source de lumière émettant un rayonnement, consistant à placer, sur le trajet dudit rayonnement un coupleur selon l'une des revendications 1 à 11 ou un amplificateur optique selon la revendication 12.

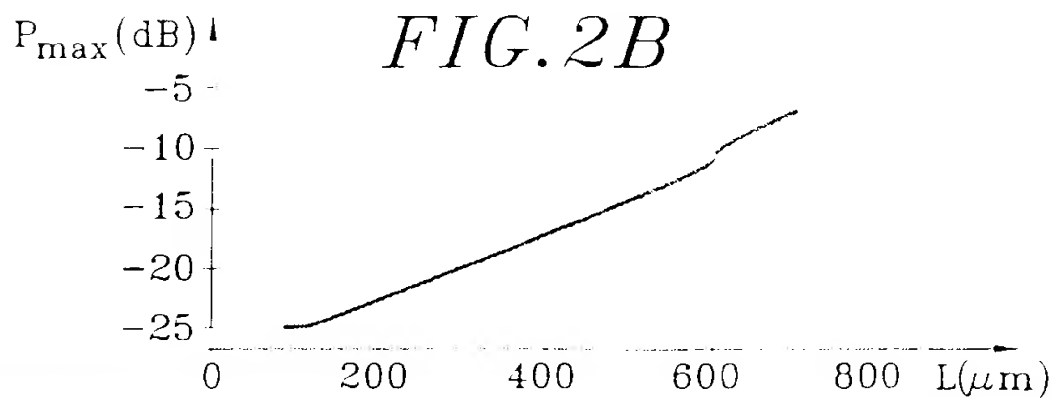
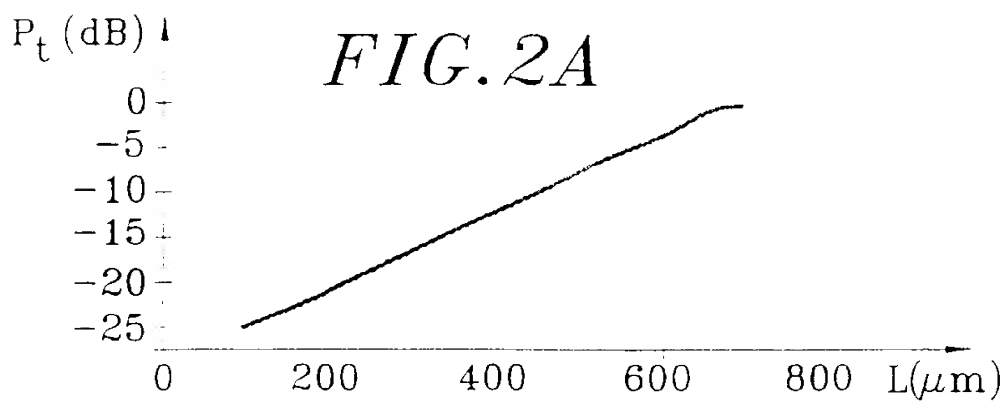
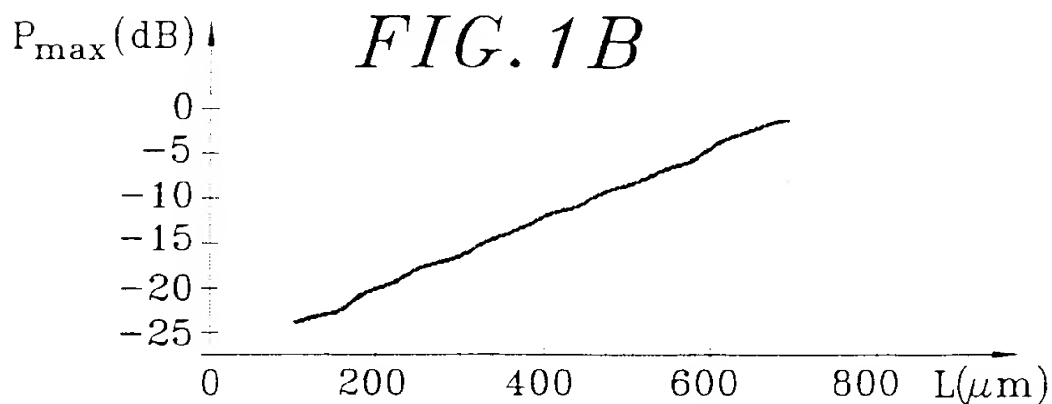
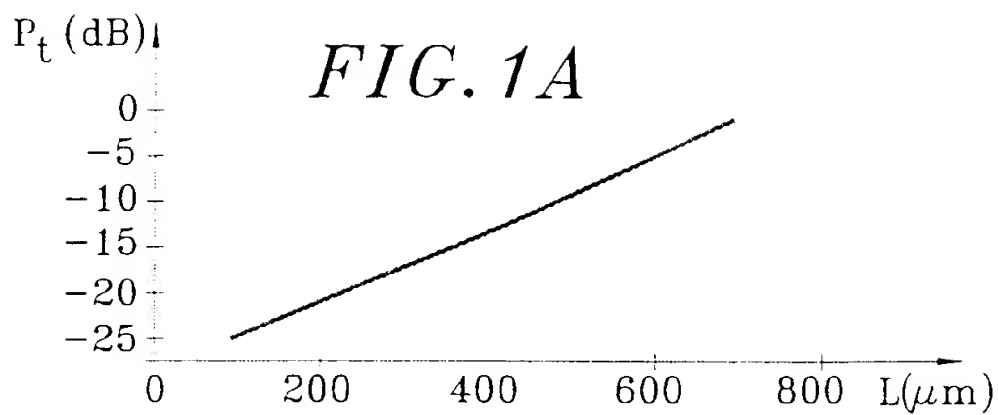
14. Procédé pour compenser les pertes d'une fibre optique consistant à placer, sur le trajet d'un rayonnement circulant dans la fibre optique, un coupleur selon l'une des revendications 1 à 11 ou un amplificateur optique selon la revendication 12.

15. Procédé d'amplification de signaux multiplexés en longueur d'onde, consistant à augmenter le niveau de puissance de sortie à l'aide d'un coupleur selon l'une des revendications 1 à 11 ou d'un amplificateur optique selon la revendication 12.

25



1/3





2/3

FIG. 3

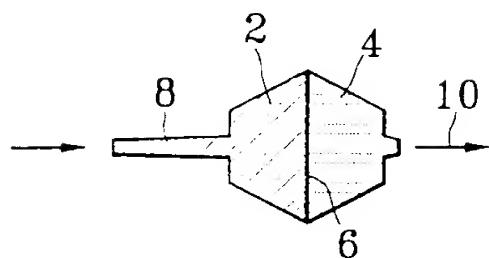


FIG. 5

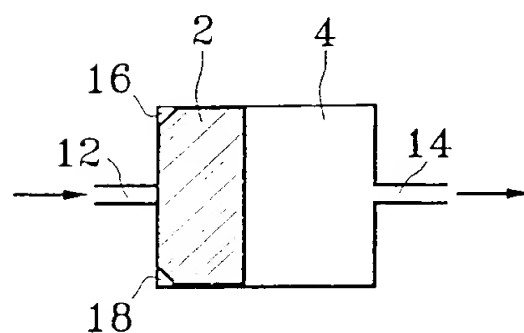


FIG. 4A

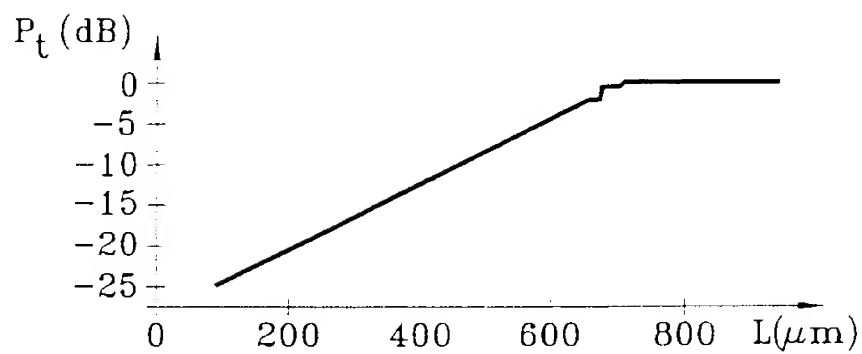


FIG. 4B

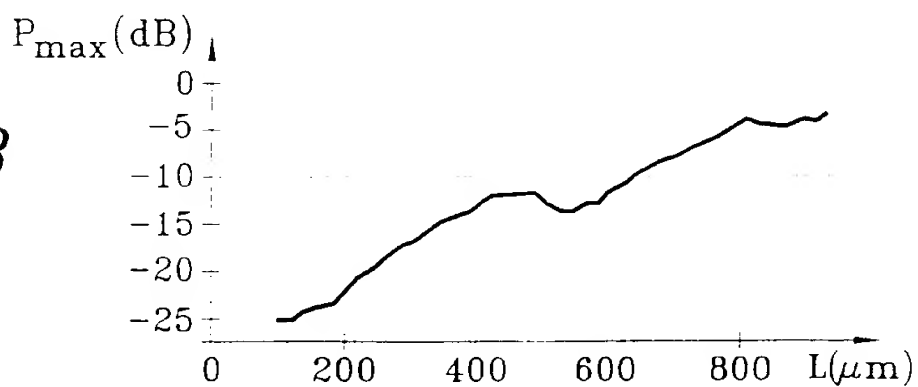
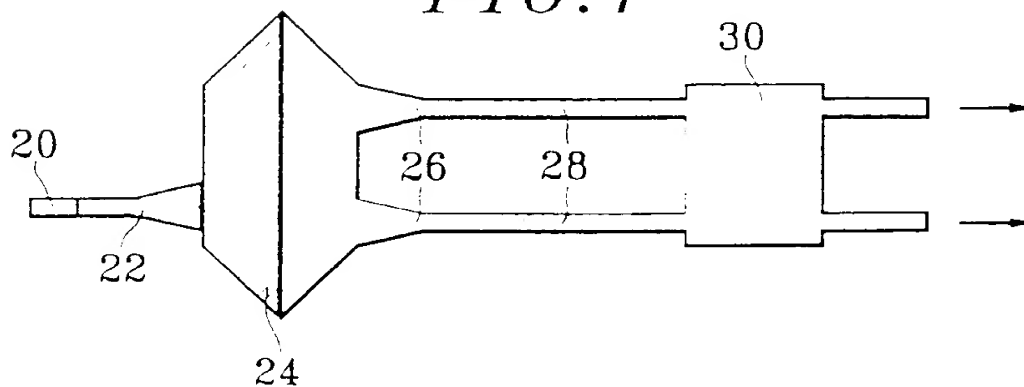
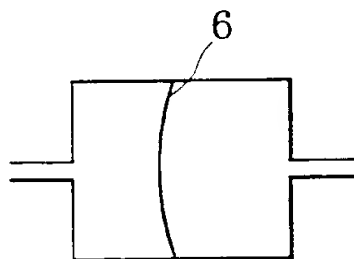


FIG. 7

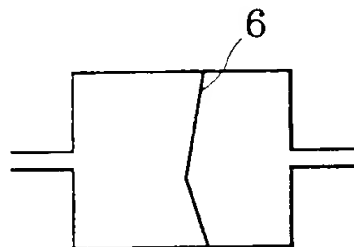




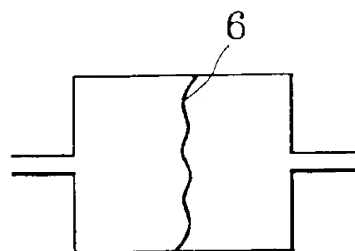
*FIG. 6A*



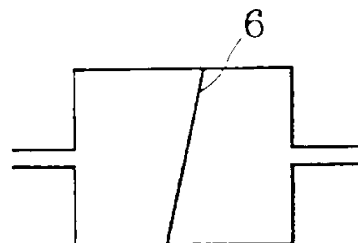
*FIG. 6B*



*FIG. 6C*



*FIG. 6D*





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/FR 98/01954

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 6 G02B6/28 H01S3/25

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 G02B H01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 087 159 A (ULRICH REINHARD) 2 May 1978 see column 29, line 57 - column 30, line 48; figure 24 ---	1
A	WO 96 08044 A (PHILIPS ELECTRONICS NV ;PHILIPS NORDEN AB (SE)) 14 March 1996 see abstract; figure 1 ---	1,8-10, 14,15
A	JENKINS R M ET AL: "1-N-WAY PHASED ARRAY RESONATOR" CONFERENCE ON LASERS AND ELECTRO-OPTICS, vol. 8, 1 January 1994, page 228 XP000444286 see the whole document ---	1,12,13
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C

☒ Patent family members are listed in annex

**\* Special categories of cited documents**

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 December 1998

Date of mailing of the international search report

21/12/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel: (+31-70) 340-2040 Tx: 31 651 epo nl  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

von Moers, F

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. Appl. No.

PCT/FR 98/01954

## C. (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication where appropriate of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 95 02264 A (SECR DEFENCE : JENKINS RICHARD MICHAEL (GB)) 19 January 1995 see page 15 - page 16; figures 7-10 -----	1, 12, 13
P.A	HAMAMOTO K ET AL: "Single transverse mode active multimode interferometer InGaAsP/InP laser diode" ELECTRONICS LETTERS, 5 MARCH 1998, IEE, UK, vol. 34, no. 5, pages 462-464, XP002086489 ISSN 0013-5194 see the whole document -----	1



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 98/01954

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 4087159	A	02-05-1978	DE	2445150 A		04-12-1975
			DE	2506272 A		24-06-1976
			DE	2511046 B		11-03-1976
			FR	2285623 A		16-04-1976
			GB	1525492 A		20-09-1978
			JP	51057457 A		19-05-1976
-----						
WO 9608044	A	14-03-1996	EP	0727099 A		21-08-1996
			US	5692001 A		25-11-1997
-----						
WO 9502264	A	19-01-1995	CN	1129494 A		21-08-1996
			DE	69408845 D		09-04-1998
			DE	69408845 T		09-07-1998
			EP	0707747 A		24-04-1996
			GB	2294804 A,B		08-05-1996
			JP	8512429 T		24-12-1996
			US	5675603 A		07-10-1997



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem. internationale No  
PCT/FR 98/01954

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 6 G02B6/28 H01S3/25

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 6 G02B H01S

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et s' réalisable, termes de recherche utilisés)

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 087 159 A (ULRICH REINHARD) 2 mai 1978 voir colonne 29, ligne 57 - colonne 30, ligne 48; figure 24 ---	1
A	WO 96 08044 A (PHILIPS ELECTRONICS NV ;PHILIPS NORDEN AB (SE)) 14 mars 1996 voir abrégé; figure 1 ---	1,8-10, 14,15
A	JENKINS R M ET AL: "1-N-WAY PHASED ARRAY RESONATOR" CONFERENCE ON LASERS AND ELECTRO-OPTICS, vol. 8, 1 janvier 1994, page 228 XP000444286 voir le document en entier ---	1,12,13
-/--		

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### \* Catégories spéciales de documents cités

- A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cite pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

\*\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

\*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

\*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

&\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

2 décembre 1998

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

21/12/1998

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040 Tx 31 651 epo nl  
Fax (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

von Moers, F

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem internationale No

PCT/FR 98/01954

C. (suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Categorie	Identification des documents cites, avec, le cas echéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visees
A	WO 95 02264 A (SECR DEFENCE : JENKINS RICHARD MICHAEL (GB)) 19 janvier 1995 voir page 15 - page 16: figures 7-10 ---	1,12,13
P.A	HAMAMOTO K ET AL: "Single transverse mode active multimode interferometer InGaAsP/InP laser diode" ELECTRONICS LETTERS, 5 MARCH 1998, IEE, UK, vol. 34, no. 5, pages 462-464, XP002086489 ISSN 0013-5194 voir le document en entier -----	1

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Dem Internationale No

PCT/FR 98/01954

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevets	Date de publication
US 4087159 A	02-05-1978	DE 2445150 A	04-12-1975
		DE 2506272 A	24-06-1976
		DE 2511046 B	11-03-1976
		FR 2285623 A	16-04-1976
		GB 1525492 A	20-09-1978
		JP 51057457 A	19-05-1976
WO 9608044 A	14-03-1996	EP 0727099 A	21-08-1996
		US 5692001 A	25-11-1997
WO 9502264 A	19-01-1995	CN 1129494 A	21-08-1996
		DE 69408845 D	09-04-1998
		DE 69408845 T	09-07-1998
		EP 0707747 A	24-04-1996
		GB 2294804 A,B	08-05-1996
		JP 8512429 T	24-12-1996
		US 5675603 A	07-10-1997



1  
.  
.

1  
.  
.